

**ANALISIS BAKTERI PENGHASIL METABOLIT SEKUNDER
EKSTRASELULER DARI PEMANDIAN AIR BERSIH DI
DESA ULAK BANDUNG KECAMATAN MUARA
SAHUNG KABUPATEN KAUR
PROVINSI BENGKULU**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi

Oleh :

ELIA ANJAR SARI

NPM : 1511060230

Prodi : Pendidikan Biologi

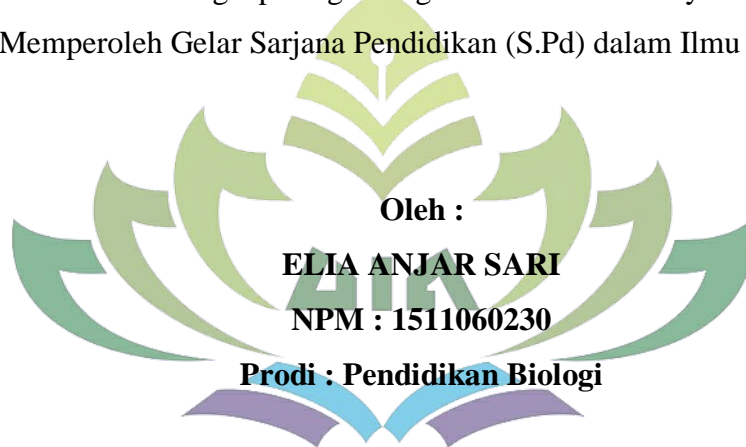


**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H/2019 M**

**ANALISIS BAKTERI PENGHASIL METABOLIT SEKUNDER
EKSTRASELULER DARI PEMANDIAN AIR BERSIH DI
DESA ULAK BANDUNG KECAMATAN MUARA
SAHUNG KABUPATEN KAUR
PROVINSI BENGKULU**

Skripsi

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam Ilmu Biologi



Oleh :

ELIA ANJAR SARI

NPM : 1511060230

Prodi : Pendidikan Biologi

Pembimbing I : Nurhaida Widiani, M.Biotech.

Pembimbing II : Indarto, M.Sc.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
1441 H/2019 M**

**ANALISIS BAKTERI PENGHASIL METABOLIT SEKUNDER
EKSTRASELULER DARI PEMANDIAN AIR BERSIH DI DESA ULAK
BANDUNG KECAMATAN MUARA SAHUNG KABUPATEN
BENGKULU**

ABSTRAK

Mata air merupakan keadaan dimana air tanah secara alami mengalir keluar dari akuifer menuju permukaan tanah. Mata air di daerah Bengkulu dengan nama mata air muara sahung yang memiliki banyak khasiat pada masanya. Kepercayaan masyarakat sekitar mata air pemandian muara sahung tersebut dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit. Mikroorganisme merupakan suatu organisme hidup bersel tunggal. Salah satu bentuk dari mikroorganisme dalam sel bakteri. Sel bakteri mengandung ribuan senyawa kimia yang berpotensi untuk obat-obatan, agrokimia, dan enzim. Umumnya senyawa kimia potensial ini berasal dari metabolit sekunder mikroba. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bakteri penghasil metabolit sekunder ekstraseluler dari pemandian air bersih.

Penelitian ini dilaksanakan di mata air pemandian muara sahung untuk proses pengambilan sampel dan di Laboratorium Mikrobiologi (FMIPA) Universitas Lampung untuk uji mikrobiologi. Pada uji mikrobiologi dilakukan skrining bakteri.

Hasil dari analisis ini diperoleh 8 isolat dari sampel yang digunakan, setelah dilakukan uji antagonis dengan bakteri *Eschericia coli*, didapatkan bahwa dari 8 isolat tesebut dengan tiga kali pengulangan tidak menghasilkan zona bening disekitar koloni bakteri.

Kata kunci : Mata Air, Muara Sahung, Bakteri, Metabolit Sekunder, Bengkulu



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : Analisis Bakteri Penghasil Metabolit Sekunder Ekstraseluler
Dari Pemandian Air Bersih Di Desa Ulak Bandung Kecamatan
Muara Sahung Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu**

Nama : Elia Anjar Sari
NPM : 1511060230
Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

**Telah dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I

Nurhaida Widiyani, M.Biotech
NIP.1984051920110112007

Pembimbing II

Indarto, M.Sc
NIP. -

**Mengetahui,
Ketua Prodi Pendidikan Biologi**

Dr. Eko Kuswanto, M.Si
NIP. 197505142008011009



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **"Analisis Bakteri Penghasil Metabolit Sekunder Ekstraseluler Dari Pemandian Air Bersih Di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu"** disusun oleh **:Elia Anjar Sari, NPM : 1511060230**, Prodi : **Pendidikan Biologi**, telah diujikan dalam sidang Munaqasyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada Hari/Tanggal : **Senin, 18 November 2019**.

TIM MUNAQASAH

Ketua Sidang : Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd (.....)

Sekretaris : Aryani Dwi Kesumawardani, M.Pd (.....)

Penguji Utama : Dr. Eko Kuswanto, M.Si (.....)

Penguji I : Nurhaida Widiani, M.Biotech (.....)

Penguji II : Indarto, M.Sc (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan



Prof. Dr. H. Nurya Diana, M.Pd
NIP. 196408281988032002

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ ﴿١﴾

فَبِأَيِّ آلَاءِ رَبِّكُمَا تُكَذِّبَانِ ﴿٢﴾

Artinya :

Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan?¹



¹Al-Huda, Mushaf Al-Qur'an Terjemahan, (Jakarta : 2005), h. 531

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahillobbil'alamin berkat usaha serta doa-doa dari kedua orang tua akhirnya tugas akhir yang berupa skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik dan berjalan lancar. Rasa syukur yang tak henti hentinya terucapkan atas kehadiran Allah SWT atas nikmat yang telah diberikan kepada mahluk-Nya. Untuk itu sebagai ungkapan terimakasih atas dukungan dan bantuannya penulis mempersembahkan skripsi kepada :

1. Kedua orang tua ku tercinta, Ibu Erni Herwati (Ibu tersayang) adalah sosok ibu yang tegar, yang selalu memberikan dukungan serta memberikan semangat yang luar biasa, dan ibu adalah alasan terkuat setiap langkah ku untuk menyelesaikan pendidikan ini. Bapak Aan Sunardi (Ayah Tersayang) dimana dari hasil kerja kerasnyalah yang mampu membiayai selama kuliah di UIN Raden Intan Lampung. Selalu menjadi pengingat untuk tidak meninggalkan sholat dimanapun aku berada. Terimakasih berkat doa-doa yang selalu dipanjatkan sehingga perjalanan ku untuk menyelesaikan pendidikan ini bisa berjalan lancar.
2. Pembimbing terbaik Bapak Indarto, M.Sc. Dan Ibu Nurhaida Widiani, M.Biotech.
3. Almamaterku tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Elia Anjar Sari yang lahir di Baturaja pada tanggal 23 Juli 1996, Anak tunggal dari pasangan Bapak Aan Sunardi dan Ibu Erni Herwati. Riwayat pendidikan : Sekolah Dasar di SDN Gunung Besar Lulus pada tahun 2008, kemudian dilanjutkan ke SMP, Yaitu SMPN 1 Abung Barat yang lulus pada tahun 2011, melanjutkan ke jenjang pendidikan menengah atas di SMAN 4 Kotabumi selama di SMA penulis aktif dalam kegiatan ekstrakurikuler yaitu paduan suara. Setelah lulus dari SMA tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan di Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Jurusan Pendidikan Biologi, Penulis juga menjadi anggota dalam UKM Bapinda, dan menjadi anggota di Himpunan Mahasiswa Pendidikan Biologi (HIMAPIBIO).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrohim,

Puji syukur kehadiran Allah SWT dimana atas nikmat dan rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, dan tak lupa Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Saw, beserta keluarga besar dan sahabatnya termasuk kita selaku umatnya. Penulis menyadari bahwa berkat doa , dukungan maupun bantuan dari berbagai pihak yang bersifat moral, spiritual langsung dan tak langsung. Sehingga skripsi yang berjudul : **“Analisis Bakteri Penghasil Metabolit Sekunder Ekstraseluler Dari Pemandian Air Bersih Di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Bengkulu”** ini mampu terselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih banyak kepada yang terhormat:

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si dan Bapak Fredi Ganda Putra, M.Pd selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi.
3. Ibu Nurhaida Widiani, M.Biotech selaku pembimbing I (satu) yang telah banyak memberikan bimbingan serta arahan sehingga terselesaikannya karya ilmiah sebagaimana yang diharapkan.

4. Bapak Indarto, M.Sc selaku pembimbing II (dua) yang sudah banyak meluangkan waktu, pikiran serta tenaga untuk membimbing dan mengarahkan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eko Kuswanto, M.Si., dan Bunda Yenny Novianti, S.Si., yang telah memberikan motivasi dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Salman Alfarisi, M.Si, selaku kepala Laboratorium Mikrobiologi Universitas Lampung yang membantu memperlancar proses penelitian hingga selesai.
7. Kawan seperjuangan Andri Ikwin S.Pd, Eka Febriana S.Pd, Andre Renaldo S.Pd yang telah bersama-sama berangkat ke Bengkulu untuk mengambil sampel air pemaduan muara sahung selama 4 hari.
8. Keluargaku kostan Pondok Samara 3 Teteh Mila, Laras, Mba Anisa Mahda Riski, Selvi Melani, Naurah Nazhifah Arramadani, Meinaroza Aulia Putri, Wo Lola Ermiyuli, Siti Kurniawati yang selalu memberi semangat dikala lelah letih melanda.
9. Keluarga baruku YXG Kuy Fams (Eka Febriana S.Pd, Hermala S.Pd, Ina Vandian Tama, Wulan Ayu Damayanti, Fahkur Setiaji S.Pd, Rori Septian S.Pd, Andri Ikwin S.Pd, Andre Renaldo S.Pd, Ariyadi S.Pd) yang selalu menyemangati dan memberi masukan disetiap waktunya. Serta teman teman seperjuangan Eka Febriana S.Pd, Hermala S.Pd, Andre Renaldo S.Pd, Andri Ikwin S.Pd, Ariyadi S.Pd, Aditya Pangestu S.Pd, Ahmad Qomarudin S.Pd, Helanda S.Pd, Diah Panca Safitri S.Pd, Aziz Adji Fambudi S.Pd, Eva Zelviana S.Pd, Debbi Angelica S.Pd, Firsti Maisa

Salsabila S.Pd, Hesti Novera S.Pd, Dimas Prayoga S.Pd, yang selalu semangat mengerjakan skripsi.

10. Keluarga besar Biologi D 2015, KKN 32 Desa Sidoharjo Pance Club (Eka, Tri, Wulan, Nuril, Resli, Meri, Anisatul, Rini, Janika, Septa, Wis, Fajar) serta teman PPL MTs NU Tanjung Karang (Eka Feb, Eka Jul, Mayamanah, Martatia, Mei Astuti, Diah Ayu, Dewi Riantika, Asrori, Abdillah, Ali Mursid)

11. Orang tua kedua selama KKN 32 Desa Sidoharjo , Bapak (alm) Sugeng beserta ibu Binti.

12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis ucapkan banyak terimakasih semoga ketulusan hati kalian yang telah membantu penulis menjadi catatan ibadah disisi Allah SWT. Amiin

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan, hal ini disebabkan oleh keterbatasan ilmu dan teori yang penulis kuasai. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan mendapatkan keridhoan dari Allah SWT.

Bandar Lampung, September 2019

Penulis

ELIA ANJAR SARI
NPM: 1511060230

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
MOTTO	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Kegunaan Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Landasan Teori	
2.1 Bakteria	9
2.2 bakteri penghasil metabolit sekunder.....	18
2.3 metabolisme	19
2.4 metabolit sekunder	23
2.5 Air	25

2.6 Media Dan Sterilisasi	29
2.7 kerangka fikir	32

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Tempat Penelitian	34
B. Alat Dan Bahan	35
C. Cara Kerja	
1. Pengambilan sampel.....	35
2. Sterilisasi	36
3. Preparasi sampel.....	36
4. Persiapan Media	37
5. Pembuatan koloni tunggal dengan media NA.....	37
6. Inhibisi.....	38
7. Analisis Data	38

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Isolasi bakteri	39
B. Uji anti bakteri.....	44
C. Pembahasan.....	46

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

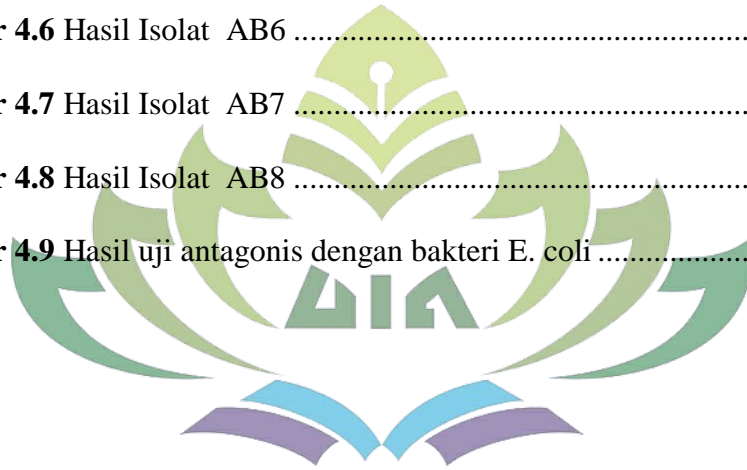
DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil identifikasi morfologi isolate	40
Tabel 4.2. Uji antibakteri isolat bakteri air dengan bakteri <i>E. coly</i>	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu	34
Gambar 4.1 Hasil Isolat AB1	42
Gambar 4.2 Hasil Isolat AB2	42
Gambar 4.3 Hasil Isolat AB3	42
Gambar 4.4 Hasil Isolat AB4	43
Gambar 4.5 Hasil Isolat AB5	43
Gambar 4.6 Hasil Isolat AB6	43
Gambar 4.7 Hasil Isolat AB7	43
Gambar 4.8 Hasil Isolat AB8	44
Gambar 4.9 Hasil uji antagonis dengan bakteri E. coli	45



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Senyawa kimia yang paling berlimpah di alam adalah air, air juga merupakan zat penting dalam kehidupan manusia yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, untuk kebutuhan makan, konsumsi air minum, memasak, mencuci, mandi, dan lain sebagainya¹. Air memiliki komposisi seperti, 2 atom H (hydrogen) dan 1 atom O (oksigen), sehingga rumusnya menjadi H_2O ².

Menurut UU Nomor 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air. Kumpulan air dipermukaan bumi yang menggenang atau mengalir baik air tawar, air payau, maupun air laut merupakan pengertian dari perairan. Sungai, danau, waduk, rawa, mata air dan genangan air merupakan contoh dari perairan tawar³. Diketahui pula bahwa sebagian dari Indonesia adalah perairan.

Jumlah air di bumi cukup konstan namun air di bumi tidak diam, melainkan berputar dari akibat pengaruh cuaca, sehingga menimbulkan satu siklus yaitu siklus hidrologi. Proses pergerakan atau perjalanan air diseluruh bumi adalah pengertian dari hidrologi. Pada proses hidrologi berlangsung air hujan turun kepermukaan bumi, ada yang mengalir untuk masuk kepermukaan dan adapula yang meresap langsung ke dalam tanah sehingga menjadi air.

¹ Nurhalina,dkk. "Gambaran Mpn Coliform Dan Coli Tinja Pada Air Sumur Bor Di Perumahan Cahaya Borneo Kota Palangka Raya Tahun 2015". *Jurnal Surya Medika*, Vol. 1 No. 1 ,(2015). h.43

² Suroso Adi Yudianto. *Air Dalam Kehidupan*. E-book (On-Line), (diakses 11 februari 2019, pukul 20.00 WIB)

³ Rina Budi Satiyarti, Dkk, "Makrobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung", *Majalah Teknologi Agro Industry (Tegi)*, Vol. 9 No. 2, (2017), h. 1

Air yang berada di dalam tanah mengalami proses penyerapan secara alami. System yang telah terjadi pada air hujan, membuat air yang berasal dari dalam tanah menjadi lebih baik karena telah mengalami proses yang panjang, dibandingkan dengan air yang ada di permukaan tanah. Air bebas polutan yang berada di bawah permukaan tanah merupakan pengertian dari air tanah secara umum. Tetapi ada kemungkinan juga bahwa air yang berada di dalam tanah memiliki zat-zat yang dapat mencemarkan air. Air yang berasal dari dalam tanah terbagi menjadi tiga, yaitu air tanah dangkal, dalam, dan mata air⁴. Dapat dilihat bahwa air yang turun atau yang biasa disebut air hujan, masuk kedalam tanah dan mengalami filtrasi atau penyaringan yang akan membuat air menjadi lebih murni.

Mata air merupakan keadaan dimana air tanah secara alami mengalir keluar dari akuifer menuju permukaan tanah. Ketika air yang berada di permukaan tanah telah meresap masuk ke tanah, itulah proses terjadinya mata air. Setelah air yang berasal dari dalam tanah mengalir melalui celah dalam tanah berbentuk celah kecil. Pada akhirnya air tersebut akan mengalir dari tempat tertutup menuju permukaan dalam bentuk mata air. Oleh karena itu Allah SWT menyebutkan mata air seperti yang terkandung dalam Al-Quran surah Al A'raaf Ayat 160:

⁴ <http://eprints.polsri.ac.id/1954/3/Bab%202.pdf> (diakses 11 februari 2019 pukul 12:24 wib)

وَقَطَّعْنَهُمْ اثْنَتَى عَشْرَةَ أَسْبَاطًا أُمَمًا ۚ وَأَوْحَيْنَا إِلَى مُوسَى إِذِ اسْتَسْقَاهُ قَوْمُهُ
 أَنْ أَضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ ۖ فَانْبَجَسَتْ مِنْهُ اثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا ۖ قَدْ عَلِمَ كُلُّ
 أُنَاسٍ مَشْرِبُهُمْ ۖ وَظَلَّلْنَا عَلَيْهِمُ الْغَمَمَ ۖ وَأَنْزَلْنَا عَلَيْهِمُ الْمَنَّاءَ وَالسَّلَوى ۖ كُلُوا
 مِنْ طَيِّبَاتِ مَا رَزَقْنَاكُمْ ۖ وَمَا ظَلَمُونَا وَلَكِنْ كَانُوا أَنْفُسَهُمْ يَظْلِمُونَ ﴿١٦﴾

Artinya :

Dan mereka Kami bagi menjadi dua belas suku yang masing-masingnya berjumlah besar dan Kami wahyukan kepada Musa ketika kaumnya meminta air kepadanya: "Pukullah batu itu dengan tongkatmu!". Maka memancarlah dari padanya duabelas mata air. Sesungguhnya tiap-tiap suku mengetahui tempat minum masing-masing. Dan Kami naungkan awan di atas mereka dan Kami turunkan kepada mereka manna dan salwa. (kami berfirman): "Makanlah yang baik-baik dari apa yang telah Kami rezkikan kepadamu". mereka tidak Menganiaya Kami, tapi merekalah yang selalu Menganiaya dirinya sendiri⁵.

“Maksud dari ayat tersebut menurut tafsir Jalalayn, (Dan Kami bagi mereka) Kami pecahkan kaum Bani Israel (menjadi dua belas) sebagai hal (suku-suku) menjadi badal dari yang sebelumnya, yaitu kabilah-kabilah (yang masing-masingnya berjumlah besar) menjadi badal dari yang sebelumnya (dan Kami wahyukan kepada Musa ketika kaumnya meminta air kepadanya,) di tengah padang sahara ("Pukullah batu itu dengan tongkatmu!") kemudian Musa memukulkannya (maka memancarlah) maksudnya tersemburlah (daripadanya dua belas mata air) sesuai dengan bilangan kabilah (Sesungguhnya tiap-tiap suku telah mengetahui) setiap suku dari kalangan mereka (tempat minum masing-masing. Dan Kami naungkan awan di atas mereka) di padang pasir tempat mereka berada guna melindungi mereka dari panasnya matahari (dan Kami turunkan kepada mereka manna dan salwa) keduanya adalah taranjabin, makanan manis seperti madu, dan sebangsa burung puyuh dengan ditakhfifkan mimnya dan dibaca pendek. Dan Kami berfirman kepada mereka, ("Makanlah yang baik-baik dari apa yang telah Kami rezkikan kepadamu." Mereka tidak

⁵ Al-Huda, Mushaf Al-Qur'an Terjemahan, (Jakarta : 2005), h. 171

menganiaya Kami, tetapi merekalah yang selalu menganiaya dirinya sendiri)”⁶.

Sebagaimana mata air di daerah Bengkulu dengan nama mata air muara sahung yang memiliki banyak khasiat pada masanya. Masyarakat disekitar mata air pemandian muara sahung memanfaatkan mata air tersebut untuk memenuhi kebutuhan masyarakat sekitar. Dan pada suatu ketika mata air tersebut dijadikan tempat pemandian yang memiliki khasiat. Kepercayaan masyarakat sekitar mata air pemandian muara sahung tersebut dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit, terbukti dengan banyaknya masyarakat yang datang berbondong-bondong ke mata air tersebut. Masyarakat yang banyak datang ke mata air tersebut biasanya mengeluh tentang penyakit kolestrol, stroke, diare dan diabetes.

Mata air tersebut sekarang berupa banyak sumuran dan mengalir banyak sumur masyarakat, dan kedalaman sumuran tersebut sekitar 13 cm, dan tinggi pancuran kepermukaan tanah sekitar 46 cm. serta suhu pada sumuran sekitar 25,6-25,9 °C, dan suhu pada pancurannya 26,4 – 26,7 °C. panjang pipa-pipa dari awal sampai pipa terakhir sepanjang 666 cm. Keyakinan masyarakat mengenai mata air muara sahung yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit menjadi salah satu hal yang perlu digali mengenai mikroorganisme yang hidup didalam perairan tersebut. Jika di mata air pemandian tersebut dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit maka mikroorganisme mengandung antimikroba, antivirus, dan antikanker, sebagaimana dalam penelitian dari satu temuan yang telah berkembang dan populer saat ini adalah air merupakan salah satu obat terbaik

⁶ <https://tafsirq.com/21-al-a'raaf/ayat-160#tafsir-jalalayn> (diakses tanggal 20 februari 2019, pukul 20:15 WIB)

untuk menyembuhkan berbagai penyakit⁷. Pemanfaatan air sebagai media untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit telah dilakukan masyarakat muslim contohnya di Masjidil Haram. Setiap hari jamaah di sana meminum air zam-zam. Mereka yakin bahwa air tersebut memiliki sesuatu untuk proses pengobatan.

Mikroorganisme merupakan suatu organisme hidup ber sel tunggal yang mempunyai panjang sekitar beberpa micrometer dan mempunyai morfologi dari beberapa tongkat, kokus, sampai spiral⁸. Sel bakteri mengandung ribuan senyawa kimia yang berpotensi untuk obat-obatan, agrokimia, dan enzim. Umumnya senyawa kimia potensial ini berasal dari senyawa anti mikroba.

Metabolit dibagi menjadi dua, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer terbentuk dalam jumlah terbatas, sangat berpengaruh dalam proses pertumbuhan makhluk hidup. Sedangkan metabolit sekunder tidak dipakai untuk proses pertumbuhan melainkan untuk mempertahankan hidup dari bakteri melalui antibiotik dan antikotor.

System pembentukan dari metabolit sekunder diolah oleh nutrisi, penurunan dari kecepatan pertumbuhan, nonaktivasi enzim, dan penurunan dari kecepatan pertumbuhan akan menghasilkan kode yang memiliki pengaruh regulasi sehingga menghasilkan diferensiasi kimiawi atau biasa kita sebut dengan metabolit sekunder⁹.

⁷ Sri Rijati Wardiani, dan Djarlis Gunawan. "Aktualisasi Budaya Terapi Air Sebagai Media Pengobatan Oleh Jamaah Di Pesantren Suryalaya Pagerageung Tasikmalaya". *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat* . Vol. 6, No. 1, (2017), h.33

⁸ Subandi, *Mikrobiologi*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014), h.20.

⁹ Risa nofiani, "Urgensi dan mekanisme biosintesis metabolit sekunder mikroba laut". *Jurnal natur Indonesia*, Vol. 10 No. 2. (2008), h. 120.

Oleh karena mata air pemandian muara sahung tersebut banyak yang menyebut bahwa mata air ajaib Bengkulu, yang dapat menyembuhkan beberapa penyakit, banyak dugaan bahwa kandungan yang ada didalam mata air lah yang membuat banyak penyembuhan penyakit tersebut. Dan dari penjabaran di atas, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan berjudul “Analisis Bakteri Penghasil Metabolit Sekunder Ekstraseluler Dari Pemandian Air Bersih Di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Bengkulu”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Kepercayaan warga terhadap mata air pemandian luang batu muara sahung, yang dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit.
2. Masyarakat yang datang ke mata air pemandian luang batu muara sahung, biasanya mengeluh tentang penyakit kolesterol, diabetes, diare dan stroke.
3. Dugaan bahwa kandungan yang ada di dalam mata air dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit.
4. Belum diketahuinya metabolit sekunder mikroorganisme dari pemandian air bersih di Desa Ulak Bandung.

C. Batasan Masalah

Guna memusatkan penelitian dan menghindari masalah supaya tidak melebar dan menyimpang, maka peneliti membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini, peneliti hanya fokus pada Pemandian Air bersih Di Desa Ulak Bandung.
2. Penelitian ini hanya sebatas skrining bakteri penghasil metabolit sekunder ekstraseluler dari Pemandian Air Bersih Di Desa Ulak Bandung.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka peneliti merumuskan sebuah masalah sebagai berikut:

Apakah terdapat bakteri penghasil metabolit sekunder ekstraseluler dari Pemandian Air Bersih Di Desa Ulak Bandung.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui bakteri penghasil metabolit sekunder ekstraseluler dari pemandian air bersih di Desa Ulak Bandung.

F. Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Sebagai sumbangan informasi kepada masyarakat di daerah Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu.

2. Sebagai sumbangan informasi tentang air yang berada di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Kaur Provinsi Bengkulu, dan sebagai sumber belajar bagi mahasiswa dan masyarakat.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan teori

2.1 Bakteria

Bakteri adalah mikroorganisme yang masuk kedalam kingdom monera. Kingdom monera secara umum dibagi menjadi dua subkingdom yaitu arkaebacteria dan eubacteria¹. Umumnya uniselular/sel tunggal, tidak mempunyai kholofil, berkembang biak dengan pembelahan sel ssecara transversal atau biner. Hidup bebas secara cosmopolitan dimana-mana, khususnya diudara, ditanah, di dalam air, pada bahan makanan, pada tubuh manusia, hewan ataupun tanaman. Adapula yang hidupnya bersimbiosis dengan jasad hidup lain, baik hewan ataupun tanaman.

Sifat hidupnya secara umum adalah saprofitik pada sisa/buangan hewan ataupun tanaman yang sudah mati, tetapi banyak juga yang parasitik pada hewan, manusia dan tanaman dengan menyebabkan banyak jenis penyakit. Bakteria termasuk kedalam divisi Schizophyta yang terbagi kedalam beberapa kelas, antara lain *Pseudomonadales*, *Chlamydobacteriales*, *Eubacteriales*, *Actinomycetales*, *Spirochaetales* dan *Rickettsiales*².

1. Bentuk Bakteri

Bakteri memiliki bentuk yang berbeda-beda dan hal inilah yang dapat dijadikan sebagai identitas suatu bakteri. Mikroorganisme prokariot yang

¹ George H, et al, *BIOLOGI Edisi Kedua*, (Jakarta:Erlangga,2005), h. 313.

² Michael j. pelczar, *Dasar-dasar mikrobiologi*, (Jakarta: UI Press, 2015), h. 99

umumnya tidak terlihat ini bisa kita amati di bawah mikroskop. Kita sebagai makhluk ciptaan-Nya harus bersyukur, karena sang pencipta sangat luar biasa dengan menciptakan makhluk-Nya dengan bentuk berbeda. Bakteri berdasarkan morfologinya digolongkan menjadi tiga, yaitu basil, kokus dan spirilium³.

a. Basil

Berbentuk tongkat tongkat pendek silindris atau batang. Bentuk ini dapat dibedakan menjadi tiga yaitu monobasil (satu batang tunggal), diplobasil (bergandengan dua-dua) dan streptobasil (membentuk rantai).

b. Kokus

Kokus adalah bakteri yang bentuknya bulat atau seperti bola. Bakteri berbentuk kokus ini dibedakan menjadi beberapa, yaitu monokokus (bola tunggal), diplokokus (bergandengan dua-dua), sarkina (membentuk kubus), tetrakokus (mengelompok menjadi 4), streptokokus (membentuk rantai) dan stafilocokus (membentuk anggur)⁴.

c. Spirilium

Spirilium adalah bakteri yang bentuknya melilit, terbagi menjadi 3 yaitu spiral (melilit dan kaku), vibrio (berbentuk koma) dan spiroseta (spiral lentur)⁵.

2. Morfologi kasar sel bakteri

Sel bakteri amat beragam panjangnya; sel beberapa spesies dapat berukuran 100 kali lebih panjang daripada sel spesies yang lain.

³ Koes Irianto, *Mikrobiologi: Mengungkap Dunia Mikroorganisme*, (Bandung: Yrama Widya, 2006), h. 56-57

⁴ Dwidjoseputro, *Dasar-dasar Mikrobiologi*, (Jakarta: Djambatan, 2010), h. 22.

⁵ Koes Irianto, *Mikrobiologi: Mengungkap Dunia Mikroorganisme*, , h. 58.

1. Ukuran

Satuan ukuran bakteri ialah mikrometer, yang setara dengan 1/1000 mm atau 10^{-3} mm. Bakteri yang paling umum dipelajari di dalam praktikum mikrobiologi dasar berukuran kira-kira 0,5-1,0 x 2,0-5,0 mikrometer. Sebagai contoh bakteri *Staphylococcus*, *Streptococcus* yang berbentuk bola mempunyai diameter yang berkisar dari 0,75 sampai 1,25 mikrometer. Bentuk batang yang berukuran rata-rata seperti bakteri tifoid dan disentri mempunyai lebar 0,5 sampai 1 mikrometer dan panjang 2 sampai 3 mikrometer. Sel beberapa spesies bakteri amat panjang; panjangnya dapat melebihi 100 mikrometer dan diameter berkisar dari 0,1 sampai 0,2 mikrometer. Sekelompok bakteri yang dikenal sebagai mikoplasma, ukurannya khas amat kecil – demikian kecilnya sehingga hampir-hampir tak tampak di bawah mikroskop cahaya. Mereka juga pleomorfik; yaitu morfologinya amat beragam. Ukurannya berkisar dari 0,1 sampai 0,3 mikrometer⁶.

Walaupun bakteri amat kecil ukurannya, namun dapat diukur dengan relatif mudah serta tepat. Untuk tujuan ini, mikroskop dilengkapi dengan mikrometer okuler, suatu piringan yang diukir dengan garis-garis berjarak sama. Jarak antara garis-garis tersebut ditentukan sebelumnya dengan berpedomankan mikrometer pentas, suatu alat yang berfungsi sebagai mistar pada kerja mikroskopis. Pemeriksaan bakteri melalui mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer okuler akan menampilkan garis-garis yang sudah diketahui ukurannya diatas mikroorganisme yang diperiksa sedemikian rupa sehingga panjang dan lebar sel dapat ditentukan dengan mudah.

⁶ Michael J. Pelczar, *Dasar-dasar mikrobiologi*, h.100

Memang sukar untuk memahami bakteri yang ukurannya sangat kecil itu dari segi kuantitatif seperti disebutkan diatas. Contoh-contoh berikut mungkin dapat membantu. Suatu volume sebanyak 1 cm³ mengandung sekitar setengah triliun bakteri berbentuk batang berukuran rata-rata. Kalkulasi menunjukkan bahwa kira-kira 1 triliun bakteri mempunyai berat hanya 1 g. paling banyak bakteri diperiksa pada perbesaran 1000 kali; lalat rumah yang umum bila diperbesar dengan taraf yang sama akan tampak lebih dari 9 m panjangnya.⁷

Ciri khusus sel bakteri akan terungkap bila perbandingan antara luas permukaan terhadap volumenya dihitung. Bagi bakteri, nilai ini sangat tinggi dibandingkan dengan mikroorganisme yang lebih besar. Dari segi praktis hal ini berarti bahwa isi suatu sel bakteri menjadi terbuka terhadap batas permukaan antara dinding sel dan nutrien di sekitarnya. Sifat inilah yang merupakan salah satu penyebab tingginya laju metabolisme dan pertumbuhan bakteri.

2. Bentuk

Sel-sel individu bakteri dapat berbentuk seperti elips, bola, batang (silindris), atau spiral (heliks). Masing-masing ciri ini penting dalam mencirikan morfologi suatu spesies.

Sel bakteri yang berbentuk seperti bola atau elips dinamakan kokus. Sebagaimana disebutkan dibawah, kokus muncul dalam beberapa penataan yang khas bergantung kepada spesiesnya.

Sel bakteri berbentuk silindris atau seperti batang dinamakan basilus. Ada banyak basilus tampak persegi, yang lain bundar, dan yang lain lagi meruncing

⁷ *Ibid*, h. 101

atau lancip seperti ujung cerutu. Kadang-kadang basilus tetap saling melekat satu dengan lainnya, ujung dengan ujung, sehingga memberikan penampilan rantai⁸.

Bakteri berbentuk spiral, atau spirillum, terutama dijumpai sebagai individu-individu sel yang tidak saling melekat. Tercakup di dalam kelompok morfologis ini ialah spiroketa, beberapa diantaranya menyebabkan penyakit yang gawat pada manusia. Individu-individu sel dari spesies yang berbeda-beda menunjukkan perbedaan-perbedaan yg menyolok dalam hal panjang, jumlah, dan amplitudo spiralnya serta kekakuan dinding selnya. Sebagai contoh, beberapa spirillum berukuran pendek, spiralnya berpilin ketat; yang lain sangat panjang dan menunjukkan sederetan perintilan dan lengkungan. Spiral yang pendek dan tidak lengkap disebut sebagai bakteri koma, atau vibrio. Bakteri berbentuk spiral terutama dijumpai sebagai sel tunggal. Kebanyakan bakteri yang dipelajari di laboratorium praktek mikrobiologi dasar mempunyai morfologi kokus, basilus atau spirillum.

3. Struktur halus bakteri

Pemeriksaan sel bakteri dengan teknik mikroskopik modern menyingkapkan adanya struktur-struktur diluar dinding sel. Struktur atau tubuh-tubuh lain dijumpai terbungkus di dalam dinding sel. Beberapa bagian structural umum dijumpai pada semua sel, seperti dinding sel dan membrane sitoplasma. Struktur-struktur lain hanya ada padaatau di dalam sel spesies tertentu.

⁸ *Ibid*, h. 102-103

4. Struktur diluar dinding sel

Struktur utama diluar dinding sel yang mungkin anda lihat ialah flagela, pili, dan kapsul.

Flagelum. Embel-embel seperti rambut yang teramat tipis mencuat menembus dinding sel dan bermula dari tubuh dasar, suatu struktur granular tepat dibawah membrane sel di dalam sitoplasma, disebut flagellum. Flagelum menyebabkan motilitas (pergerakan) pada sel bakteri. Flagelum terdiri dari tiga bagian tubuh dasar, struktur seperti kait, dan sehelai filamen panjang diluar dinding sel. Panjang flagelum biasanya beberapa kali lebih panjang dari selnya, namun diameternya jauh lebih kecil daripada diameter selnya. Flagelum dibuat dari subunit-subunit protein, protein ini disebut flagelin. Tidak semua bakteri mempunyai flagelum; banyak spesies basilus dan spirilum memilikinya, tapi flagelum jarang dijumpai pada kokus. Bagi bakteri-bakteri berflagelum, pola pelekatan serta banyaknya yang melekat, digunakan untuk mengklasifikasikan bakteri kedalam kelompok taksonomi tertentu.

Didalam keadaan alamiahnya, flagelum terlampau kecil untuk dapat dilihat dengan mikroskop cahaya. Namun, dengan prosedur pewarnaan khusus yang menggunakan mordant (suatu substansi yang mengikatkan zat warna pada suatu permukaan), diameternya dapat diperbesar dengan cukup untuk membuatnya tampak di bawah mikroskop cahaya.

Pili (fimbriae). Banyak bakteri gram negatif mempunyai embel-embel seperti filament yang bukan flagella. Apendiks ini, yang disebut pilus atau fimbria, berukuran lebih kecil, lebih pendek, dan lebih banyak dari pada flagella. Pili

hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektro; tidak berfungsi untuk pergerakan, dijumpai baik pada spesies yang nonmotil maupun yang motil. Namun, ada beberapa fungsi yang berkaitan dengan tipe pili yang berbeda-beda. Salah satu jenis, yang dikenal sebagai pilus F, berfungsi sebagai pintu gerbang bagi masuknya bahan genetik selama berlangsungnya perkawinan antara bakteri. Beberapa pili berfungsi sebagai alat untuk melekat pada berbagai permukaan. Kemampuan pili ini untuk melekat pada permukaan itu penting. Ini membantu beberapa bakteri untuk melekatkan dirinya pada jaringan-jaringan hewan atau tumbuhan yang merupakan sumber nutriennya.

Kapsul. Banyak spesies bakteri mensintesa polimer ekstrasel (pada umumnya polisakarida) yang berkondensasi dan membentuk lapisan di sekeliling sel dan disebut kapsul. Pada medium agar, koloni kuman berkapsul tampak sebagai koloni berlendir. Umumnya kuman berkapsul lebih tahan terhadap efek fagositosis dari daya pertahanan badan⁹.

Selongsong. Beberapa spesies bakteri, terutama dari lingkungan air tawar dan marin, terbungkus di dalam selongsong, atau tubul. Selongsong tersebut terdiri dari senyawa-senyawa logam tak larut, seperti feri dan mangan okside, yang mengendap di sekeliling sel sebagai produk kegiatan metaboliknya. Senyawa-senyawa logam tak larut ini dibentuk oleh sel dari senyawa-senyawa besi dan mangan terlarut yang ada di lingkungan tersebut. Selongsong itu dapat meluas disekitar banyak sel yang berjajar dari ujung ke ujung, sehingga memberikan kesan pertumbuhan seperti filamen. Sesungguhnya, sel-sel yang terbungkus

⁹Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, *Buku Ajar Mikrobiologi Kesehatan*, (Jakarta: binarupa aksara, 1993), h. 12

selongsong itu terdapat tunggal. Secara berkala mereka menyembul dari suatu ujung terbuka selongsongnya dan mengawali lagi proses baru pembentukan selongsong.

Selongsong bukanlah suatu bagian yang amat diperlukan sel. Bakteri seselongsong, membentuk suatu kelompok utama mikroorganisme. Mereka banyak dijumpai didalam habitat air tawar yang kaya akan bahan organik, juga dialiran air kotor dan ditempat-tempat pembuangan limbah.

Tangkai. Spesies-spesies bakteri tertentu dicirikan oleh pembentukan suatu embel-embel setengah kaku yang disebut tangkai yang memanjang dari sel. Diameter apendiks itu lebih kecil daripada diameter sel yang menghasilkannya. Tangkai itu mempunyai suatu substansi yang lengket pada ujungnya yang jauh, yaitu ujung yang jauh dari sel, yang memungkinkan sel tersebut melekat pada permukaan padat. Bakteri bertangkai dijumpai dilingkungan air tawar dan marin; lingkungan-lingkungan semacam itu kemampuan untuk melekat pada permukaan padat amatlah penting bagi pertumbuhan dan ketahanan hidupnya.

5. Dinding sel

Di bawah substansi ekstraselular seperti kapsul atau lender dan diluar membran sitoplasma, terletak dinding sel, yaitu suatu struktur amat kaku yang memberikan bentuk pada sel. Kekakuan dinding sel itu dapat dipertunjukkan dengan mudah dengan cara menaruh bakteri tersebut di bawah tekanan amat tinggi, suhu amat rendah, atau kondisi-kondisi fisik aslinya selama dan sesudah perlakuan semacam itu.

Isolasi fragmen-fragmen dinding sel. Telah dikembangkan beberapa teknik laboratoris yang digunakan oleh para peneliti untuk mengisolasi (memisahkan) kepingan-kepingan dinding sel dari bahan selular lainnya. Para ilmuwan telah menganalisis susunan kimiawi bahan dinding sel dan dari keterangan ini mereka telah dapat menentukan struktur dinding sel dengan tepat.

Komposisi dinding sel bakteri sangat penting dalam membedakan bakteri dari Protista lainnya, dan juga dalam membedakan satu kelompok bakteri dari kelompok bakteri yang lain.¹⁰

Sebagai hasil dari meluasnya penggunaan antibiotik, peningkatan resistensi antibiotik telah diidentifikasi pada bakteri di lingkungan. Meskipun resistensi antibiotik juga dapat terjadi di perairan yang relatif murni, tingkat tertinggi resistensi bakteri ditemukan di lingkungan yang secara langsung terkontaminasi dengan antibiotik, seperti dekat pembuangan limbah rumah sakit, peternakan ikan, pabrik limbah, dan lain-lain. Prevalensi bakteri resisten antibiotik di lingkungan adalah ancaman kesehatan manusia yang signifikan karena infeksi semakin tidak dapat diobati dengan antibiotik yang sebelumnya efektif¹¹.

Banyak usaha yang telah dilakukan untuk melawan bakteri-bakteri patogen, antara lain dengan upaya penemuan senyawa yang mampu membunuh dan menghambat bakteri tersebut. Zat-zat seperti ini kemudian dikenal dengan istilah zat antibakteri. Perkembangan obat antibakteri merupakan suatu kemajuan terpenting dalam bidang pengobatan, karena pengobatan efektif terhadap infeksi

¹⁰Michael J. Pelczar, *Dasar-dasar mikrobiologi*, h. 106-115

¹¹Marc Schallenberg a dan Amy Armstrong, "Assessment Of Antibiotic Activity In Surface Water Of The Lower Taieri Plain And Impacts On Aquatic Bacteria In Lake Waipori, South Otago, New Zealand", *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 38 (2014), h. 20.

serius telah memperbaiki kualitas hidup dan memberi banyak kemajuan dalam bidang kedokteran maupun di bidang industri obat¹²

Antibiotik secara universal digunakan sebagai agen profilaksis dan terapi terhadap infeksi manusia dan hewan, dan juga sebagai agen pemacu pertumbuhan yang ditambahkan ke pakan ternak. Mereka telah digambarkan sebagai produk farmasi yang paling sukses karena efektivitasnya dalam kedokteran manusia, kedokteran hewan dan pertanian, termasuk akuakultur. Ironisnya, penggunaan obat ini tanpa pandang bulu telah mengakibatkan peningkatan resistensi di antara banyak mikroba termasuk isolat non-patogen dan lingkungan¹³

2.2 Bakteri Penghasil Metabolit Sekunder

Isolat bakteri yang berasal dari permukaan dan memiliki aktivitas antimikrob diduga adalah bakteri yang memiliki kemampuan untuk melindungi spons dari patogen, predator dan *biofouler*. Bakteri simbiosis pada spons berpotensi untuk menghasilkan produk senyawa kimia seperti antibiotik dan antifungi yang dapat menekan predasi dan terjadinya *fouling*¹⁴. Kemampuan isolat bakteri yang berasosiasi dengan *Jaspis* sp. dalam menghambat pertumbuhan mikroba target, merupakan bentuk aktivitas antagonis yang diduga dilakukan dengan menghasilkan kandungan senyawa yang bersifat antimikrobia. Biosintesis

¹² Dian Riana Ningsih, Zufahair, dan Dwi Kartika, "Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Serta Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Antibakteri", *Jurnal Molekul*, Vol. 11, No. 1, (2016), H. 102

¹³ OA Agwua, "Antibiotic Resistance Among Heterotrophic Bacteria In Lagos Lagoon, Nigeria", *African Journal Of Aquatic Science*, Vol 38, No. 3(2014), h. 331.

¹⁴ Hermawanti Abubakar, Aris Tri Wahyudi, Munti Yuhana, "Skrining Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Spons *Jaspis* Sp. Sebagai Penghasil Senyawa Antimikroba", *Jurnal Ilmu Kelautan*, Vol. 16, No. 1 (2011), h. 37.

senyawa antimikrobal berperan penting dalam proses pelekatan, kolonisasi target hingga kompetisi dalam mendapatkan ruang dan nutrisi dengan mikroba lainnya.

2.3 Metabolisme

Untuk keperluan hidupnya, jasad hidup memerlukan bahan makanan. Juga mikroba, untuk kehidupannya memerlukan bahan-bahan organik dan anorganik yang diambil dari lingkungannya. Bahan-bahan tersebut dinamakan nutrisi, sedang proses penyerapannya disebut nutrisi. Bakteri menghasilkan berbagai produk metabolisme yang penting termasuk asam organik, komposisi flavor, dan berbagai anti mikroba khususnya bakteriosin. Bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat yaitu sensitive terhadap protease, stabil terhadap panas, bakterisidal dengan spektrum penghambatan yang sempit. Walaupun beberapa bakteriosin (nisin, pediosin dan nakasin) yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat memiliki spektrum yang luas yaitu mampu menghambat bakteri gram negatif¹⁵

Bahan-bahan yang telah diserap ke dalam sel akan digunakan oleh sel melalui proses yang disebut metabolisme, yang terbagi menjadi katabolisme (bioenergi) dan anabolisme (biosintesis). Pada proses bioenergi nutrisi berfungsi sebagai sumber energi atau penerima elektron¹⁶. Sumber energi pada bakteri misalnya, merupakan bahan organik sederhana yang diuraikan menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana lagi. Energi yang dihasilkan merupakan energi kimia yang diperlukan untuk aktivitas sel, misal: berkembangbiakan, pembentukan spora, pergerakan, biosintesis, dan sebagainya. Contoh nutrisi yang berfungsi sebagai

¹⁵ E.S. Rahayu, A.K. Wardani, Dan S. Margiono, "Skrining Bakteri Asam Laktat Penghasil Bakteriosin Dari Daging Dan Produk Olahannya", *Agritech*, Vol. 24, No. 2 (2015), h. 74

¹⁶ Unus Suriawiria. 2005. *Mikrobiologi Dasar*. (Jakarta: Pustaka Sinar Sinanti, 2005), h. 33

penerima elektron, antara lain oksigen, KNO_3 , dan sebagainya. Pada biosintesa nutrient berfungsi sebagai bahan baku, tanpa adanya nutrien maka proses biosintesa tidak akan berjalan.

Semua proses biologis seperti nutrisi, bioenergi dan biosintesa, memerlukan biokatalisator yang disebut enzim. Reaksi yang terjadi di dalam sel hanya mungkin berlangsung dengan pertolongan katalisator organik (biokatalisator) yang disebut enzim, yang dihasilkan oleh sel berbentuk senyawa protein. Seperti halnya katalisator-anorganik dapat mempercepat reaksi kimia, maka enzim itu sendiri tidak mengalami perubahan, karenanya jumlah enzim sebelum dan sesudah reaksi akan tetap.

Jumlah enzim didalam sel sangat kecil tetapi dayanya sangat besar untuk melakukan perubahan kimia yang diperlukan. Didalam reaksi enzimatik akan terjadi ikatan sementara antara enzim dengan substratnya yang bersifat labil dan hanya untuk waktu yang singkat saja. Selanjutnya ikatan ini akan pecah kembali menjadi enzim dan hasil reaksi.

Umumnya enzim dapat dibagi kedalam empat kelompok berdasarkan atas fungsinya, yaitu :

- a. Enzim yang berfungsi menghidrolisa
- b. Enzim yang berfungsi untuk memindahkan
- c. Enzin yang berfungsi mengoksidasi dan mereduksi,
- d. Enzim yang berfungsi menambah dan mengurangi gugusan¹⁷.

¹⁷*Ibid*, h.39

Karboksilesterase misalnya merupakan contoh enzim yang menghidrolisis gugusan (hidrolase). Lipase adalah hidrolase yang dapat menghidrolase lemak (ester lipida), dan peptidase adalah hidrolase yang dapat menghidrolase protein dan polipeptida.

Trasferase yang mengkatalisa pemindahan gugusan molekul (transaminase), adalah enzim yang memindahkan gugusan peptide. Sedang transasilase adalah enzim transferase yang memindahkan gugus asetil dan asil lainnya.

Enzim yang tergolong oksida-reduktase akan mengkatalisa pemindahan elektron, oksigen atau hidrogen, dan pada dasarnya adalah trasferase.

Transport-aktif dari bahan ada apula yang bersifat non enzimatik, walau pada umumnya transport aktif bersifat enzimatik. Berdasarkan atas tempat bekerjanya, enzim dapat pula dibedakan ke dalam dua golongan, endoenzim dan eksoenzim :

- a. Endoenzim (enzim intraseluler) yang bekerja didalam sel, adalah enzim yang dipakai pada aproses sintesa di dalam sel dan di dalam proses penghasilan energi.
- b. Eksoenzim (enzim ekstraseluler) bekerja di luar sel, dan fungsi utamanya adalah mencerna substrat secara hidrolisa.

Perbedaan lainnya antara endoenzim dan eksoenzim, adalah dlam hal energi yang dibebaskan selama proses. Proses yang dikatalisa oleh endoenzim menghasilkan sejumlah besar energi yang dapat dipakai pada proses kehidupan. Sedang energi yang dibebaskan pada reaksi eksoenzim tidak dipakai dalam proses kehidupan¹⁸.

¹⁸¹⁸ *Ibid*, h. 40

Alam sekitar itu sendiri dapat di bagi menjadi 3 bagian yaitu alam kodrat, benda-benda buatan manusia, dan manusia itu sendiri. Menurut Chairul Anwar hubungan manusia seutuhnya dengan alamnya mengandung beberapa aspek, antara lain bahwa manusia tidak lepas dari interaksinya bersama sesama manusia juga dengan hewan, tumbuhan, lingkungan atau alam. Aspek-aspek tersebut sangat berarti dengan manusia, karena manusia adalah makhluk yang tidak dapat hidup sendiri tanpa bantuan di sekitar lingkungan hidupnya¹⁹

Faktor lingkungan baik yang bersifat biotik maupun abiotik, dapat berpengaruh terhadap enzim dalam bentuk induksi. Akibat induksi kecepatan sintesa suatu enzim dapat dirangsang sampai beberapa ribu kali. Ini dapat dilakukan antara lain dengan menambahkan substrat dari enzim yang bersangkutan ke dalam medium tempat mikroorganisme ditumbuhkan. Enzim yang pembentukannya dirangsang oleh substrat disebut enzim adaptif.

Enzim dari susunan sel normal (enzim konstitutif) pada umumnya ada di dalam jumlah yang tetap. Beberapa enzim konstitutif ada pula yang mempunyai jumlah yang dipengaruhi oleh kadar substratnya, diantaranya misal enzim amilase.

Apabila suatu enzim dianalisis, dapat dipisahkan menjadi dua bagian, yaitu bagian yang disebut koenzim dan bagian yang disebut apoenzim. Bagian koenzim terdapat di dalam dialisat, dan merupakan zat yang bersifat non-protein, non-koloida dan termotabil. Bagian apoenzim tidak dapat melalui membran dialisator, berupa koloida protein dan bersifat termotabil. Masing-masing bagian tidak akan

¹⁹Chairul Anwar. *"Hakikat Manusia Dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis"*.. (Yogyakarta: Suka Press. 2014), h. 36-37

aktif jika berdiri sendiri-sendiri. Tetapi jika digabungkan akan dapat bekerja sebagaimana mestinya, karena enzim mempunyai sifat khusus terhadap substrat dan erat hubungannya dengan konfigurasi fisiko-kimia serta bentuk permukaan molekul proteinnya²⁰.

2.3 Metabolit Sekunder

Metabolit diklasifikasikan menjadi dua, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Metabolit primer yang dibentuk dalam jumlah terbatas adalah penting untuk pertumbuhan dan kehidupan makhluk hidup. Metabolit sekunder tidak digunakan untuk pertumbuhan dan dibentuk dari metabolit primer pada kondisi stress. Contoh metabolit sekunder adalah antibiotic, pigmen, toksin, efektor kompetisi ekologi dan simbiosis, feromon, inhibitor enzim, agen immunomodulasi, reseptor antagonis dan agonis, pestisida, agen antitumor, dan promotor pertumbuhan binatang dan tumbuhan.

Ada beberapa hipotesis tentang fungsi metabolit sekunder bagi produsen metabolit sekunder, misalnya dalam mempertahankan hidup dari bakteri, fungi, insekta, dan binatang melalui produksi antibiotic dan antikotor (*antifouling*). Selain itu, metabolit sekunder berperan juga dapat memperbaiki kehidupan mikroba penghasil metabolit sekunder ketika berkompetisi dengan spesies lain. Ada 5 alasan yang memperkuat hal tersebut. Pertama, metabolit sekunder beraksi sebagai mekanisme pertahanan alternative sehingga organisme yang kekurangan system imun akan menghasilkan metabolit sekunder yang banyak dan bermacam-macam. Pengetahuan dapat diartikan sebagai hasil dari konstruksi kognitif melalui

²⁰ Ibid, h. 41

kegiatan individu dengan membuat struktur kategori, konsep, dan skema yang diperlukan untuk membentuk pengetahuan tersebut²¹Kedua, metabolit sekunder memiliki struktur dan mekanisme kerja yang mantap serta jalur metabolismenya kompleks dan mahal secara energetika. Ketiga, metabolit sekunder beraksi jika ada kompetisi dengan mikroba, tanaman, atau binatang. Keempat, metabolit sekunder dihasilkan oleh sekelompok gen biosintesis. Kelima, produksi metabolit sekunder dengan aktivitas antibiotik biasanya diiringi dengan sporulasi dan terjadi pada sel mikroba yang sensitive dengan mikroba, tumbuhan, atau binatang.

Pembentukan metabolit sekunder diatur oleh nutrisi, penurunan kecepatan pertumbuhan, feedback control, inaktivasi enzim, dan induksi enzim. Keterbatasan nutrisi dan penurunan kecepatan pertumbuhan akan menghasilkan sinyal yang mempunyai efek regulasi sehingga menyebabkan diferensiasi kimia (metabolit sekunder) dan diferensiasi morfologi (morfogenesis). Sinyal ini adalah suatu inducer dengan berat molekul rendah yang bekerja sebagai control negative sehingga pada keadaan normal (pertumbuhan cepat dan cukup nutrisi) mencegah pembentukan metabolit sekunder dan morfogenesis. Tidak seperti metabolit primer, jalur metabolit sekunder belum banyak yang dimengerti. Oleh karena itu, pada artikel ulasan balik ini akan dicoba membahas tentang terjadinya metabolit sekunder di alam dan faktor faktor yang mempengaruhi mekanisme biosintesis metabolit sekunder mikroba²².

²¹ Chairul Anwar. *“Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer Formula Dan Penerapan Dalam Pembelajaran”*, (Yogyakarta: Ireisod. 2017), h. 311

²² Risa Nofiani, “Urgensi Dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut”, *Jurnal Natur Indonesia*, Vol. 10, No. 2 (2008), h. 120-121

Indikator besarnya zona hambatan yang dihasilkan oleh isolat penghasil antimikrob dan hasil uji aktivitas antibakteri dan antikhmir²³. Senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh mikroba antagonis pada umumnya merupakan metabolit sekunder yang tidak digunakan untuk proses pertumbuhan, tetapi untuk pertahanan diri dan kompetisi dengan mikroba lain dalam mendapatkan nutrisi, habitat, oksigen, cahaya dan lain-lain. Mekanisme pengendalian penyakit secara biologis kebanyakan melibatkan kompetisi dan produksi metabolit yang berpengaruh langsung kepada pathogen²⁴. Pada saat fase stasioner yaitu ketika jumlah sel bakteri konstan artinya jumlah bakteri yang mati sama dengan jumlah bakteri yang tumbuh, ketika nutrisi untuk bakteri pada medium mulai habis sehingga terjadi kompetisi antar bakteri dan menghasilkan metabolit sekunder untuk mempertahankan diri yang juga bermanfaat untuk tanaman inangnya²⁵.

2.4 Air

Air adalah medium biologis bumi. Tiga perempat permukaan bumi terendam dalam air. Walaupun sebagian besar air berbentuk cairan, air juga terdapat di bumi sebagai es dan uap. Air adalah satu-satunya zat yang umum terdapat di alam dalam ketiga wujud fisik materi: padat, cairan dan gas.

Molekul air tampak sederhana. Bentuknya seperti huruf V lebar, dengan dua atom hidrogen yang digabungkan ke satu atom oksigen oleh ikatan kovalen

²³ Hermawanti Abubakar, Aris Tri Wahyudi, Munti Yuhana, "Skrining Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Spons Jaspis Sp. Sebagai Penghasil Senyawa Antimikroba", *Jurnal Ilmu Kelautan*, Vol. 16, No. 1 (2011), h. 37.

²⁴ Kafrawi, Zahraeni Kumalawati, Sri Mulyani, "Skrining Isolate *Plant Growth Promoting Rhizobacteri* (PGPR) Dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum*) Di Gorontalo", *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan Dan Lingkungan*, (2015), h. 137

²⁵ Zeta Kuntari, Sumpono, Nurhamidah, "Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Akar Tanaman", *Alotrop Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, Vol.1, No. 2 (2017), h. 82

tunggal. Karena oksigen lebih elektronegatif daripada hidrogen, elektron-elektron pada ikatan kovalen menghabiskan lebih banyak waktu di dekat oksigen dari pada hidrogen; dengan kata lain, ikatan tersebut adalah kovalen polar.

Sifat anomali air timbul dari tarik menarik antara molekul-molekul polarnya. Hidrogen yang agak positif pada satu molekul tertarik oleh oksigen yang agak negatif pada molekul yang berdekatan. Dengan demikian kedua molekul itu ditahan agar berdekatan oleh ikatan hidrogen. Ketika air berada dalam bentuk cairan, ikatan-ikatan hidrogennya sangat rapuh, masing-masing sekitar 1/20 kekuatan ikatan kovalen. Ikatan hidrogen terbentuk, putus, dan terbentuk kembali dengan frekuensi tinggi. Setiap ikatan hidrogen bertahan hanya beberapa per triliun detik, namun molekul-molekul itu terus-menerus membentuk ikatan hidrogen baru dengan molekul lain. Oleh karena itu, setiap saat, sebagian molekul air berikatan hidrogen dengan tetangga-tetangganya. Sifat-sifat luar biasa air merupakan sifat emergen yang dihasilkan dari ikatan hidrogen yang menata molekul air ke dalam tingkat organisasi struktural yang lebih tinggi²⁶.

Di samping komposisinya yang sederhana, air juga memiliki sifat-sifat kimia yang tergolong unik. Keunikan ini terjadi sebagai akibat dari adanya ikatan hidrogen yang terjadi antar molekul-molekul air. Ikatan hidrogen dalam molekul air terjadi karena adanya sifat polar dalam air, sehingga tempat kedudukan atom hidrogen yang positif akan menarik tempat kedudukan oksigen yang negatif dari molekul air lainnya. Ikatan hidrogen terjadi dalam beberapa senyawa hidrogen, dimana atom hidrogen menjembatani dua atom yang cenderung menarik elektron

²⁶ Neil A. Campbell, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. (Jakarta: erlangga, 2010), h. 50

lebih besar (keelektronegatifan). Ikatan hidrogen ini sifatnya lebih lemah dibandingkan dengan ikatan kovalen. Namun demikian, ikatan hidrogen antara dua molekul air yang berdekatan dan sifat terpolarisasi molekul air inilah yang berperan terhadap sifat-sifat kimia dan fisik air yang unik itu terjadi²⁷.

Adanya ikatan hidrogen dalam molekul air menyebabkan air cenderung bersatu membentuk suatu kekuatan yang dinamakan kohesi. Daya kohesi ini diperlukan untuk melawan kekuatan dari luar molekul yang akan memecahkan ikatan-ikatan hidrogen. Kekuatan kohesi ini terjadi pada batas antara air dan udara, sehingga membentuk suatu kulit di permukaan air. Kulit ini cukup kuat untuk menyangga benda-benda kecil, kekuatan ini disebut tegangan permukaan. Di antara sekian banyak zat cair, air memiliki tegangan permukaan yang paling tinggi, hal ini memungkinkan terjadinya asosiasi organisme baik yang hidup di bawahnya maupun di atasnya²⁸.

Mata air (spring) adalah pemusatan keluarnya air tanah yang muncul di permukaan tanah sebagai arus dari aliran air tanah²⁹. Sumber dari aliran airnya berasal dari air tanah yang mengalami patahan sehingga muncul ke permukaan. Aliran ini dapat bersumber dari air tanah dangkal maupun dari air tanah dalam. Mata air yang berasal dari air tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan keadaan air tanah dalam itu sendiri. Berdasarkan keluarnya ke permukaan tanah, mata air dapat dibedakan menjadi mata air rembesan, yaitu air yang keluar dari lereng-lereng dan mata air umbul, yaitu air

²⁷ Tjutju Susana. "Air Sebagai Sumber Kehidupan". *Oseana*, ISSN 0216-1877. Vol. 28, No.3, (2003). h.18

²⁸ *Ibid*, h.19

²⁹ Langgeng Wahyu Santosa. "Kajian Hidrogeomorfologi Mataair Di Sebagian Lereng Barat Gunungapi Lawu". *Forum Geografi*. Vol. 20, No. 1, (2006), h. 68

yang keluar dari suatu daratan³⁰. Menurut Bryan dalam Todd, berdasarkan sebab terjadinya mataair diklasifikasikan menjadi 2, yaitu: mata air yang dihasilkan oleh tenaga non gravitasi (non gravitational spring) dan mata air yang dihasilkan oleh tenaga gravitasi (gravitational spring).³¹

Jumlah air yang terdapat di muka bumi ini relatif konstan, meskipun air mengalami pergerakan arus, tersirkulasi karena pengaruh cuaca dan juga mengalami perubahan bentuk. Sirkulasi dan perubahan bentuk tersebut antara lain melalui air permukaan yang berubah menjadi uap (evaporasi), air yang mengikuti sirkulasi dalam tubuh tanaman (transpirasi) dan air yang mengikuti sirkulasi dalam tubuh manusia dan hewan (respirasi). Air yang menguap akan terkumpul menjadi awan kemudian jatuh sebagai air hujan. Air hujan ada yang langsung bergabung di permukaan, ada pula yang meresap masuk ke dalam celah batuan dalam tanah, sehingga menjadi air tanah. Air tanah dangkal akan diambil oleh tanaman, sedangkan air tanah dalam akan keluar sebagai mata air. Sirkulasi dan perubahan fisis akan berlangsung terus sampai akhir zaman.³²

Dinding sel bakteri mengandung peptidoglikan, jaringan polimer gula termodifikasi yang terkait-silang oleh polipeptida pendek. Struktur molekular ini menyelubungi seluruh bakteri dan mengikat molekul-molekul lain yang menjulur dari permukaannya.

Dengan menggunakan teknik yang disebut pewarnaan gram (gram stain). Hans Christian Gram, para saintis dapat mengklasifikasikan banyak spesies

³⁰ I Wayan Arthana. Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air Di Sekitar Bedugul, Bali. Naskah publikasi. (2012), h. 1

³¹Langgeng Wahyu Santosa, “Kajian Hidrogeomorfologi Mataair Di Sebagian Lereng Barat Gunungapi Lawu”, h. 68

³²Tjutju Susana, “Air Sebagai Sumber Kehidupan”, h.17

bakteri menjadi dua kelompok berdasarkan perbedaan komposisi dinding selnya. Bakteri gram-positif memiliki dinding yang lebih sederhana dengan jumlah peptidoglikan yang relative banyak. Bakteri gram-negatif memiliki peptidoglikan yang lebih sedikit dan lebih kompleks secara struktural, dengan membran luar yang mengandung lipopolisakarida (karbohidrat yang berikatan dengan lipid).

Pewarnaan gram adalah perangkat yang berharga di bidang kedokteran untuk menentukan secara cepat apakah infeksi yang menyerang seorang pasien disebabkan oleh bakteri gram-negatif atau bakteri gram-positif. Membran luar dari sel bakteri gram-negatif membantu melindungi bakteri dari sistem pertahanan tubuh. Bakteri gram-negatif juga cenderung lebih resisten terhadap antibiotik daripada spesies gram-positif karena membrane luar menghalangi obat yang masuk. Akan tetapi, spesies gram positif tertentu memiliki galur virulen yang resisten terhadap satu atau lebih antibiotik.

Dinding sel dari banyak prokariota dilapisi oleh kapsul, lapisan lengket dari polisakarida atau protein. Kapsul ini memungkinkan prokariota melekat ke substratnya atau ke individu lain dalam suatu koloni. Beberapa kapsul melindungi bakteri dari dehidrasi, dan beberapa melindungi prokariota patogenik dari serangan sistem kekebalan inangnya.

Beberapa prokariota melekat ke substratnya atau melekat satu sama lain dengan tonjolan protein mirip rambut yang disebut fimbria. Dengan demikian, fimbria juga dikenal sebagai pilus pelekatan. Fimbria biasanya lebih pendek dan

lebih banyak daripada pilus seks, tonjolan yang mendekatkan dua sel sebelum transfer DNA dari satu sel ke sel lain³³.

2.5 Media dan Sterilisasi

1) Media

Media adalah substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba. Mikroba dapat tumbuh pada media yang baik dan steril. Steril adalah kondisi dimana tidak ada mikroba lain yang tumbuh. Bahan untuk pembuatan media bisa berasal dari yang alami maupun buatan. Bahan alami contohnya yaitu toge, kentang, daging, telur, wortel dan sebagainya. Bahan buatan biasanya berbentuk senyawa kimia baik organik maupun anorganik. Media memiliki persyaratan tertentu agar mikroba dapat hidup dengan baik.³⁴

Bentuk, susunan dan sifat media ditentukan oleh senyawa-senyawa penyusun media, persentase campuran dan tujuan penggunaan.

a) Bentuk

Media untuk menumbuhkan bakteri dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk yaitu padat, cair dan semi padat/cair.

1. Media padat

Media padat yaitu ketika terdapat penambahan 10-15 g agar-agar per 1000 mL ke dalam media. Tepung agar-agar yang ditambahkan bergantung kepada jenis dan kelompok mikroba yang dipelihara. Mikroba ada yang memerlukan kadar air tinggi sehingga tepung agar-agar harus rendah dan sebaliknya. Media

³³ Neil A. Campbell, *Biologi edisi kedelapan jilid 2*, (Jakarta: erlangga, 2012), h. 119-120.

³⁴ Unus Suriawiria, *Mikrobiologi Dasar*, h. 74

padat umumnya digunakan untuk bakteri, ragi, jamur dan kadang-kadang mikroalga.

2. Media cair

Media cair adalah bahan yang tidak ditambahkan pematat. Media ini umumnya digunakan sebagai pembiakan mikroalga tetapi juga mikroba lain, terutama bakteri dan ragi.

3. Media semi padat atau cair

Media semi padat atau cair yaitu bahan yang ditambahkan pematat hanya 50%. Media ini umumnya diperlukan untuk pertumbuhan mikroba yang memerlukan kandungan air dan hidup anaerobik atau fakultatif³⁵.

b) Susunan

Media harus memenuhi persyaratan agar mikroba dapat tumbuh baik. Susunan media agar mikroba tumbuh dengan baik antara lain kandungan air, nitrogen, sumber energi/unsur C, ion-ion makro/mikro, dan faktor pertumbuhan. Media dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan persyaratan tersebut, yaitu alami, sintetik dan semi sintetik.

c) Sifat

Media digunakan untuk isolasi, seleksi, evaluasi dan diferensiasi biakan yang didapatkan. Selain itu, digunakan juga untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan biakan mikroba saja. Media berdasarkan sifatnya biakan dibedakan menjadi 6 yaitu umum, pengaya, selektif, diferensiasi, penguji dan enumerasi³⁶.

2) Sterilisasi

³⁵ Unus Suriawiria, *Mikrobiologi Dasar*, h. 74

³⁶ Unus suriawiria, *Mikrobiologi Dasar*, h. 77

Steril adalah keadaan dimana bahan atau peralatan tidak mengandung mikroba lain. Sterilisasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu fisik, kimia dan mekanik. Sterilisasi secara fisik misalnya menggunakan sinar x untuk pemanasan alat. Sterilisasi secara kimia misalnya dengan penggunaan desinfektan. Sterilisasi secara mekanik misalnya dengan penggunaan saringan atau filter.³⁷

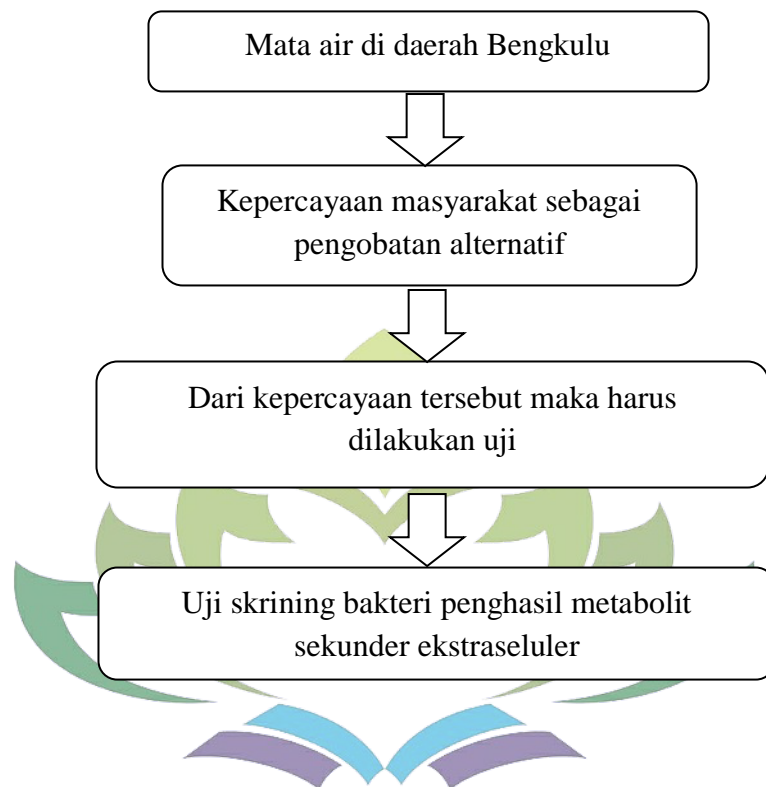
2.6 Kerangka fikir

Air merupakan senyawa kimia yang paling berlimpah di alam, air juga merupakan zat penting dalam kehidupan manusia yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, untuk kebutuhan makan, minum, memasak, mencuci, mandi, membersihkan kotoran yang ada di rumah, tempat rekreasi, industri dan lain-lain. Mata air merupakan keadaan dimana air tanah secara alami mengalir keluar dari akuifer menuju permukaan tanah. Mata air juga terjadi karena air di permukaan tanah meresap ke dalam tanah dan menjadi air tanah. Mata air di daerah Bengkulu dengan nama mata air muara sahung yang memiliki banyak khasiat pada masanya. Kepercayaan masyarakat sekitar mata air pemandian muara sahung tersebut dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit.

Mikroorganisme merupakan suatu organisme hidup bersel tunggal. Sel bakteri mengandung ribuan senyawa kimia yang berpotensi untuk obat-obatan, agrokimia, dan enzim. Umumnya senyawa kimia potensial ini berasal dari metabolit sekunder mikroba. Mata air pemandian muara sahung tersebut banyak yang menyebut bahwa mata air ajaib Bengkulu, yang dapat menyembuhkan beberapa penyakit, banyak dugaan bahwa kandungan yang ada didalam mata air lah yang membuat banyak penyembuhan penyakit tersebut, untuk melihat itu

³⁷ *Ibid*, h. 80

semua maka dilakukan uji skrining bakteri untuk mengetahui apakah terdapat bakteri penghasil metabolit sekunder ekstraseluler dari pemandian air bersih di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Bengkulu.

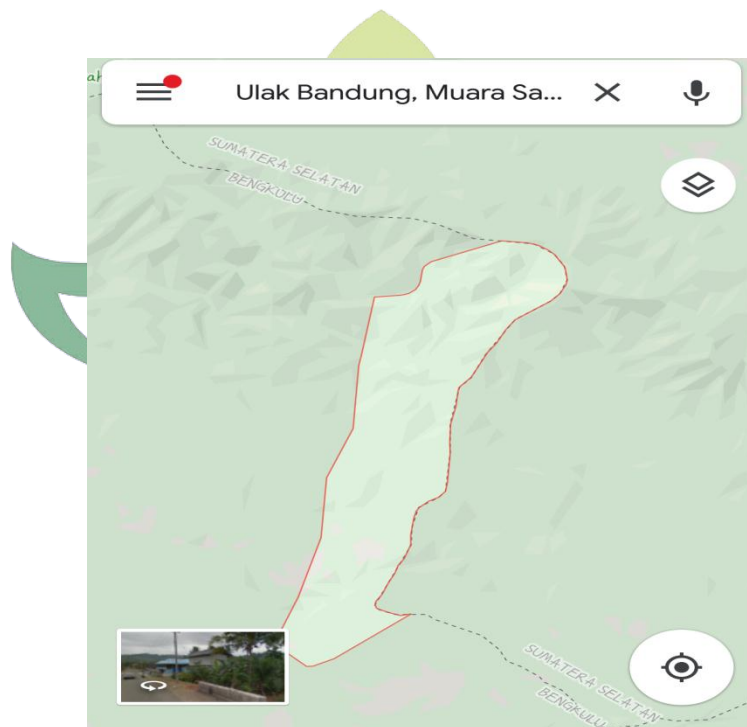


BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2019, di Laboratorium mikrobiologi FMIPA Universitas Lampung. Sampel air diambil di pemandian air bersih di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Bengkulu.



Gambar 3.1 Peta Desa Ulak Bandung

Sumber : <http://sumberpeta.com>

B. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu botol kaca bening, aluminium foil, *Steril swab stick* (kapas steril), labu erlenmeyer, cawan petri, tabung reaksi, penjepit tabung reaksi, kawat ose, pinset, inkubator, oven, laminar air flow (menjaga media), laminar air flow (menjaga praktikan), autoclav (sterilisasi media), autoclav (sterilisasi media habis pakai), keranjang autoclav, neraca analitik, *hot plate*, magnetik stirer, *vortex mixer*, bunsen.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel mata air pemandian luang batu muara sahung, media Nutrien Agar (NA), Nutrient Broth (NB), garam (NaCl) fisiologis, akuades.

C. Cara kerja

1. Pengambilan Sampel

Penelitian ini mengambil sampel pada mata air di daerah Bengkulu, pada proses pengambilan sampel perlu disiapkan beberapa alat seperti box pendingin (ice box) untuk menjaga suhu sampel yang diambil, lalu perlu disiapkan wadah sebagai tempat untuk sampel. Pada proses pengambilan sampel juga perlu ketelitian agar sampel yang diambil tidak terkena kontaminan. Pengambilan sampel air dapat dilakukan secara langsung dengan botol gelas atau plastic yang bebas kontaminan yang sekaligus sebagai wadah sampel¹. Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data observasi dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan cara melihat lokasi tempat mata air bersih di Desa Ulak

¹ Anwar Hadi, *Pengambilan Sampel Lingkungan*, (Jakarta: Erlangga, 2015), h. 99

Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Bengkulu, serta melakukan dokumentasi untuk pelengkap data observasi.

2. Sterilisasi

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini harus bebas dari kontaminasi sehingga dalam kondisi steril. Alat yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu dengan cara dicuci hingga bersih lalu dikeringkan. Lalu setelah kering baru disterilisasi. Sterilisasi cawan petri dapat dilakukan dengan cara memasukkan ke dalam oven pada suhu 180 °C selama 2 jam. Tabung reaksi disterilisasi dengan cara menutup ujung yang terbuka dengan menggunakan kapas, setelah itu dimasukkan kedalam wadah antipanas. Lalu baru dimasukkan kedalam oven. Labu erlenmeyer ditutup mulutnya menggunakan kapas yang dibalut dengan alumunium dimasukkan ke dalam oven pada suhu 180 °C selama 2 jam. Pipet ukur disterilkan dengan cara dibungkus menggunakan koran lalu dimasukkan kedalam oven. Kawat ose disterilkan dengan cara merendam kawat ose menggunakan alkohol lalu dipanaskan dengan bunsen. Setelah semuanya selesai, media dapat disterilkan menggunakan autoclav dengan suhu 121 °C selama 30 menit.

3. Preparasi sampel

Sampel yang sudah diambil dari pemandian air bersih di Desa Ulak Bandung Kecamatan Muara Sahung Kabupaten Bengkulu, menggunakan botol 250 mL disiapkan untuk melakukan uji mikrobiologi. Sampel tersebut disimpan pada tempat penyimpanan sampel.

4. Persiapan media

Nutrient Broth adalah media dasar yang terdiri dari pepton sederhana dan ekstrak daging sapi. Peptone berkontribusi nitrogen organik dalam bentuk asam amino dan asam lemak rantai panjang². Media *Nutrient Broth* dilarutkan kedalam tabung reaksi 13 g/L aquades, lalu dihomogenkan sampai homogen. Media agar merupakan medium padat untuk proses pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan dalam berbagai kultur mikroorganisme³. Media agar dibuat dengan melarutkan 7g NA dengan 250 mL akuades, lalu dipanaskan dan homogenkan sampai tercampur selama 10 menit di atas *hot plate*. Media tersebut disterilisasi menggunakan autoclav selama 15 menit dengan suhu 121 °C setelah selesai media agar didinginkan sampai kira-kira suhunya menjadi 40-45 °C. Kemudian media NA yang telah dingin dimasukkan ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak 25 mL. Media *Nutrient broth* digunakan untuk pencampuran isolat bakteri dari media agar untuk uji lanjut.

5. Pembuatan koloni tunggal dengan media NA

Sampel mata air di pemandian luang batu muara sahung diambil sekitar 50 mL, dan diletakkan di tabung Erlenmeyer. Lalu diinokulasikan dengan metode *Poor Plate* pada media Nutrien Agar (NA). Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Pemurnian bakteri dilakukan terhadap koloni yang tumbuh terpisah dan menunjukkan karakter morfologi yang berbeda dan dilakukan secara streak kuadran pada media NA baru. Kegiatan ini dilakukan berulang kali sehingga mendapatkan isolat murni. Isolat murni yang sudah didapat

² <https://www.usbio.net/media> (diakses 2 agustus 2019, pukul 21:20 WIB)

³ Ratu Safitri dan Sinta Sasika Novel, *Medium Analisis Mikroorganisme (Isolasi dan Kultur)*, (Jakarta:Trans Info Media, 2010), h. 78

ditumbuhkan pada media NA miring yang digunakan sebagai stok untuk uji lanjut.

6. Uji Antagonis dengan bakteri *E. coli*

Isolat yang diperoleh di encerkan di media *Nutrient broth*, lalu setelah diencerkan, dipindahkan ke media NA dengan menggunakan metode sumuran, bakteri yang ditemukan pada mata air tersebut diuji menggunakan bakteri patogen seperti *E. coli*, lalu isolat diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C. Setelah diinkubasi selama 24 jam akan terlihat Isolat bakteri yang menghasilkan antibiotik ditandai dengan adanya zona bening disekitar sumuran.

7. Analisis data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mendiskripsikan variabel yang diteliti. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk melihat hasil dari skrining bakteri dari mata air tersebut. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan dan menerangkan hasil penelitian menggunakan data berupa huruf.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Uji skrining bakteri dari mata air bersih di pemandian luang batu muara sahung, Desa Ulak Bandung, kecamatan muara sahung, Kabupaten Bengkulu telah dilaksanakan dalam beberapa tahap penelitian. Beberapa tahap penelitian ini di antaranya adalah sterilisasi, preparasi sampel, persiapan media, pembuatan koloni tunggal menggunakan media NA, Inhibisi, Uji anti bakteri menggunakan *E. coly*.

A. Isolasi bakteri

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pemandian air bersih yang dipercaya oleh masyarakat sebagai media pengobatan berbagai macam penyakit, untuk melakukan penelitian ini dilakukan beberapa tahap yaitu tahap pertama adalah isolasi bakteri. Tahap pertama dalam isolasi bakteri adalah sterilisasi alat dan bahan yang diperlukan pada proses penelitian. Tahap selanjutnya adalah preparasi sampel, selanjutnya pembuatan media, setelah itu melakukan pengenceran sampel, Isolasi sampel bakteri dilakukan dengan cara pengenceran sampai 10^{-6} , dengan cara memasukkan sampel 1 mL ke dalam satu tabung reaksi yang berisi 9 mL garam fisiologis 0,85 % lalu dihasilkan sampel 10^{-1} , kemudian yang selanjutnya mengambil sampel pada tabung reaksi 10^{-1} sebanyak satu mL ke dalam tabung reaksi baru berisikan 9 mL garam fisiologis untuk proses pengenceran 10^{-2} , ini dilakukan sebanyak 6 kali untuk proses

pengenceran 10^{-6} . Setelah proses pengenceran selesai lalu dilakukan penumbuhan sampel yang pertama menggunakan 8 cawan petri menggunakan media NA, lalu diinkubasi di inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C . Setelah melakukan inkubasi yang pertama atau penumbuhan pertama dihasilkan koloni bakteri pada media NA tersebut.

Setelah melakukan isolasi yang pertama, lalu isolat yang ditemukan di tumbuhkan kembali pada media NA untuk mencari koloni tunggalnya, jika belum diperoleh kultur murni, maka dilakukan pemisahan kembali dengan metode steak hingga diperoleh kultur murni¹, setelah diinkubasi lagi dihasilkan 8 isolat. Hasil dari isolasi dari sampel pemandian air bersih tersebut ada pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Identifikasi Morfologi Isolat

ISOLAT	MORFOLOGI KOLONI			
	<i>FORM</i>	<i>MARGIN</i>	<i>ELEVATION</i>	<i>COLOR</i>
AB1	<i>Circular</i>	<i>Rhizoid</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>
AB2	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Convex</i>	<i>Cream</i>
AB3	<i>Circular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>
AB4	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>
AB5	<i>Circular</i>	<i>Serrate</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>
AB6	<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>
AB7	<i>Irregular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>
AB8	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Raised</i>	<i>Cream</i>

¹ Wilis Ari Satyati, Ahmad Saddam Habibi, Dkk, "Skrining Dan Seleksi Bakteri Symbion Spons Penghasil Enzim Ekstraseluler Sebagai Agen Bioremediasi Bahan Organik Dan Biokontrol Vibriosis Pada Budidaya Udang", *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 19, No.1(2016), hal. 13

Hasil dari isolasi yang pertama diperoleh isolat yang diperoleh sebanyak 8 isolat, yang berdasarkan hasil pengamatan morfologinya diperoleh koloni yang berbeda beda. Isolat bakteri dengan kode AB1 terlihat memiliki bentuk yang bulat (*circular*), dengan tepian seperti akar (rhizoid) dan memiliki elevasi cembung berwarna putih susu. Isolat bakteri dengan kode AB2 memiliki bentuk bulat, dengan tepian menyeluruh, dan memiliki tepian cembung dan warna putih susu. Isolat bakteri dengan kode AB3 memiliki bentuk bulat, tepian bergelombang, elevasi cembung dan berwarna putih susu. Isolat bakteri dengan kode AB4 memiliki bentuk bulat, tepian menyeluruh, elevasi cembung dan berwarna putih susu. Isolat bakteri dengan kode AB5 memiliki bentuk bulat, tepian kecil, elevasi cembung dan berwarna putih susu. Isolate bakteri dengan kode AB6 memiliki bentuk tidak beraturan (*irregular*), dengan tepian bergelombang, elevasi cembung dan berwarna putih susu. Isolate bakteri dengan kode AB7 memiliki bentuk tidak beraturan (*irregular*), dengan tepian bergelombang, elevasi cembung dan berwarna putih susu. Dan yang terakhir isolate bakteri dengan kode AB8 memiliki bentuk bulat (*circular*), tepian melebar, elevasi cembung dan berwarna putih susu.



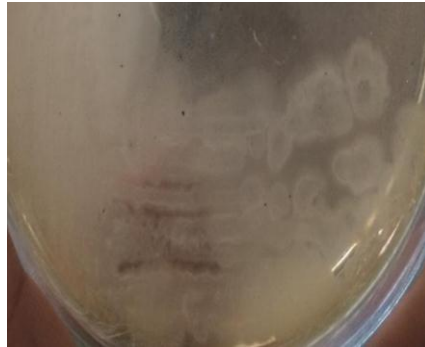
Gambar 4.1 Hasil Isolat AB1



Gambar 4.2 Hasil Isolat AB2



Gambar 4.3 Hasil Isolat AB3



Gambar 4.4 Hasil Isolat AB4



Gambar 4.5 Hasil Isolat AB5



Gambar 4.6 Hasil Isolat AB6



Gambar 4.7 Hasil Isolat AB7



Gambar 4.8 Hasil Isolat AB8

B. Uji Antibakteri menggunakan bakteri *E. coli*

Setelah dilakukan isolasi bakteri di atas, kemudian dilakukan uji antibakteri untuk melihat metabolit sekunder, dengan dilihat ada tidaknya zona bening disekitar koloni bakteri. Senyawa antimikroba yang dihasilkan oleh mikroba antagonis pada umumnya merupakan metabolit sekunder yang tidak digunakan untuk proses pertumbuhan, tetapi untuk pertahanan diri dan kompetisi dengan mikroba lain dalam mendapatkan nutrisi, habitat, oksigen, cahaya dan lain-lain. Mekanisme pengendalian penyakit secara biologis kebanyakan melibatkan kompetisi dan produksi metabolit yang berpengaruh langsung kepada patogen². Uji aktivitas antibakteri ini dilakukan pada media NA, dengan mengencerkan isolat yang didapat pada media NB. Bakteri *E. coli* yang telah disiapkan ditaruh pada media NA dengan metode pourplate dan isolat yang didapat dan telah diencerkan ditanam pada NA sebanyak 0,1 mL dengan metode sumuran, dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C pada inkubator. Setelah

² Kafrawi, Zahraeni Kumalawati, Sri Mulyani, "Skrining Isolate *Plant Growth Promoting Rhizobacteri* (PGPR) Dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum*) Di Gorontalo", *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan Dan Lingkungan*, (2015), h. 137

inkubasi diperoleh hasil sebagai berikut. Tidak ada aktivitas antibakteri disekitar koloni.

Tabel 4.2. Uji Antibakteri Isolat Bakteri Air Dengan Bakteri *E. coli*

Nama isolat	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
AB1	-	-	-
AB2	-	-	-
AB3	-	-	-
AB4	-	-	-
AB5	-	-	-
AB6	-	-	-
AB7	-	-	-
AB8	-	-	-



Gambar 4.9. Hasil Uji antagonis dengan bakteri *E. coli*

C. Pembahasan Penelitian

Pada hasil penelitian diperoleh bahwa sampel air pemandian air bersih yang berasal dari daerah Bengkulu, ditemukan 8 isolat dengan proses isolasi bakteri dengan pengenceran sampai 10^{-6} . Sampel yang didapat dari proses isolasi yang

pertama yang dipakai dari 10^{-3} sampai 10^{-6} , karna untuk mendapatkan variasi yang banyak. Setelah proses pengenceran selesai lanjut ke proses penanaman bakteri sampai dengan kultur murni dan ditemukan koloni tunggal untuk uji lanjut. Kemudian setelah didapatkan isolat kultur murni ditumbuhkan pada tabung miring.

Uji yang kedua adalah uji antibakteri antara isolat yang didapat dengan bakteri *E. coli*, uji tersebut menggunakan metode sumuran dengan tiga kali pengulangan, menggunakan 8 cawan petri, diinkubasi di inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh dari uji antibakteri antara bakteri dari pemandian air bersih yang berasal dari Bengkulu dengan bakteri *E. coli* adalah ditemukannya bahwa dari 8 cawan petri yang dipakai tersebut tumbuh berdampingan, setelah dilihat juga tidak menghasilkan zona bening di sekitar koloni. Hal tersebut membuktikan bahwa air yang dipercaya masyarakat dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit, dan sering di kunjungi masyarakat untuk pengobatan dihasilkan bahwa bakteri dari air bersih tersebut tidak menghasilkan senyawa antibakteri untuk uji antibakteri dengan bakteri *E. coli*. Senyawa antibakteri tersebut dihasilkan dari metabolit sekunder. Dilihat pada proses pengamatan tidak dilihat zona bening disekitar koloni, melainkan isolat bakteri yang didapat dari air pemandian dengan bakteri *E. coli* tumbuh berdampingan.

Ada juga beberapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya zona hambat tergantung kepada difusi bahan antimikroba ke dalam media dan interaksinya dengan mikroorganisme uji, jumlah mikroorganisme yang digunakan, kecepatan tumbuh mikroorganisme yang diuji dan sensitifitas mikroorganisme terhadap bahan antimikroba yang diuji³.

Adapula beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas antibakteri suatu sampel. Ketebalan medium pada cawan petri juga dapat mempengaruhi luas zona hambat. Semakin tebal medium pada cawan petri maka zona penghambatan akan semakin kecil karena kecepatan difusinya semakin rendah. Selain itu nilai pH dari medium, beberapa antibakteri bekerja dengan baik pada kondisi asam dan beberapa pada kondisi basa⁴. Dari hasil penelitian didatas dapat dilihat bahwa isolat yang didapat tidak dapat membunuh bakteri *E. coli*, dan dikarenakan bahwa isolat bakteri yang didapat tidak memiliki senyawa metabolit sekunder yang bisa menekan hidup bakteri *E.coli*. salah satu contoh isolate bakteri yang dapat membunuh bakteri *E. coli* yaitu isolate bakteri yang berasosiasi dengan spons *Jaspis sp.* kemampuan isolate bakteri *Jaspis sp.* dalam menghambat pertumbuhan pertumbuhan mikroba target, merupakan bentuk aktivitas antagonis yang diduga dilakukan dengan menghasilkan kandungan senyawa yang bersifat antimikrobia. Biosintesis senyawa antimikrobia berperan penting dalam proses pelekatan,

³ Wilis Ari Setiyati, Ahmad Saddam, Dkk, "Skrining Dan Seleksi Bakteri Symbion Spons Penghasil Enzim Ekstraseluler Sebagai Agen Bioremediasi Bahan Organik Dan Biokontrol Vibriosis Pada Budidaya Udang", *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 19, No. 1(2016), hal. 16

⁴ Nerissa Alviana, Dkk, "Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Krisan (*chrysanthemum morifolium syn. Dendrathera grandiflora*) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*", Universitas Atma Jaya Yogyakarta, hal. 8

kolonisasi target hingga kompetisi dalam mendapatkan ruang dan nutrisi dengan mikroba lain⁵.

Dari hasil penelitian di atas dapat dilihat bahwa air pemandian yang dipercaya masyarakat sekitar maupun diluar lingkungan tersebut, memiliki mitos-mitosnya tersendiri, bukan hanya pada pemandian ini saja masyarakat percaya, tetapi banyak air pemandian-pemandian lain yang mitosnya memiliki khasiat yang sama dengan air pemandian ini. Tetapi tidak boleh dipungkiri pula bahwa air digunakan sebagai media pengobatan sudah banyak dijumpai, seperti air zam-zam di Mekkah.

Air memainkan peranan penting karena dinilai sebagai media transformasi utama untuk menjaga keseimbangan tubuh. Air menggantikan cairan-cairan tubuh yang terbuang dan memiliki peran vital dalam menjaga suhu panas tubuh yang diperlukan oleh manusia setiap harinya⁶. Kekurangan air dapat membahayakan kesehatan tubuh karena menjadi penghambat proses regenerasi sel dan penumpukan racun sisa metabolisme tubuh yang tidak terbuang dengan baik, sehingga dapat, menimbulkan berbagai keluhan, rasa sakit dan sebagainya.

Air merupakan nikmat dan karuni yang dianugerahkan untuk manusia. Air adalah sebuah materi yang diciptakan Allah SWT sebagai salah satu unsur kehidupan dan penciptaan manusia. Sebagaimana tertulis dalam alquran surah Al-Anbiya ayat 30:

⁵ Hermawati Abubakar, Aris Tri Wahyudi, Munti Yuhana, "Skrining Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Spons *Jaspis sp.* Sebagai Penghasil Senyawa Antimikroba", *Ilmu Kelautan*, Vol. 16, No. 1 (2011), hal. 38.

⁶ Sri Rijati Wardani, Dan Djarlis Gunawan, "Aktualisasi Budaya Terapi Air Sebagai Media Pengobatan Oleh Jamaah Di Pesantren Suralaya Pagerageung Tasikmalaya", *Jurnal Aplikasi Ipteks Untuk Masyarakat*, Vol. 6, No. 1 (2017), hal. 37

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا^ط وَجَعَلْنَا

مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya:

Dan Apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka Mengapakah mereka tiada juga beriman?⁷

Dari penjelasan di atas menjadi bukti bahwa islam telah menjelaskan pemanfaatan air yang baik bagi kesehatan manusia. Air bersih dipemandian yang berasal dari Bengkulu tersebut bukan memiliki mitos yang tidak masuk akal, tetapi memang sewajarnya air yang sangat bermanfaat bagi kesehatan, bukan dengan adanya mitos yang menyebar yang membuat air tersebut mempunyai khasiat menyembuhkan tetapi karena memang setiap benda yang ada dimuka bumi ini bermanfaat bagi manusia.

⁷ Al-Huda, Mushaf Al-Qur'an Terjemahan, (Jakarta : 2005), h. 324

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa Hasil dari skrining bakteri dari pemandian air bersih di daerah Bengkulu didapatkan bahwa ditemukan 8 isolat, dan sudah dilakukan uji antibakteri dengan bakteri *E. coli* dihasilkan bahwa tidak menghasilkan senyawa metabolit sekunder, dilihat dari tidak adanya zona bening disekitar koloni bakteri.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka disarankan :

1. Bagi masyarakat

Masyarakat dapat lebih paham untuk memilah informasi agar tidak mudah terpercaya dengan informasi mitos yang beredar.

2. Bagi peneliti

Penelitian ini menggunakan bakteri *E. coli* saja, disarankan agar menguji isolat yang didapat dengan 5 bakteri pathogen yang termasuk dalam daftar rilis WHO pada bulan September 2019

DAFTAR PUSTAKA

Abubakar, Hermawanti, Aris Tri Wahyudi, Munti Yuhana, “Skrining Bakteri Yang Berasosiasi Dengan Spons Jaspis Sp. Sebagai Penghasil Senyawa Antimikroba”, *Jurnal Ilmu Kelautan*, Vol. 16, No. 1 (2011).

Al-Huda, Mushaf Al-Qur'an Terjemahan. Jakarta (2005).

Alviana, Nerissa, B.Boy Rahardjo Sidharta, Tri Martini, “Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Krisan (*chrysanthemum morifolium* syn. *Dendrathera grandiflora*) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*”, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Anwar, Chairul. “*Hakikat Manusia Dalam Pendidikan: Sebuah Tinjauan Filosofis*”.. Yogyakarta: Suka Press. (2014).

Anwar, Chairul. “*Teori-Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer Formula Dan Penerapan Dalam Pembelajaran*”, Yogyakarta: Ireisod. (2017).

Anwar Hadi, *Pengambilan Sampel Lingkungan*, Jakarta: Erlangga, (2015).

Arthana, I Wayan. “Studi Kualitas Air Beberapa Mata Air Di Sekitar Bedugul Bali”. *Naskah publikasi*. (2012).

Astriani, Meli, “Skrining Bakteri Selulolitik Asal Tanah Kebun Pisang (*Musa Paradisiaca*)”, *Jurnal Biota*, Vol. 3, No.1 (2017).

Campbell, Neil A. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*. Jakarta: erlangga (2010).

Campbell, Neil A. *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*. Jakarta: erlangga (2012).

Dwidjoseputro. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta:Djambatan (2010).

E.S. Rahayu , A.K. Wardani, Dan S. Margiono, “Skrining Bakteri Asam Laktat Penghasil Bakteriosin Dari Daging Dan Produk Olahannya”, *Agritech*, Vol. 24, No. 2 (2015).

George H. *Biologi Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga (2005).

<http://eprints.polsri.ac.id/1954/3/Bab%202.pdf> (diakses 11 februari 2019 pukul 12:24 wib)

<https://tafsirq.com/21-al-a'raaf-ayat-160#tafsir-jalalayn>(diakses tanggal 20 februari 2019, pukul 20:15 WIB)

<https://usbio.net/media> (diakses 2 agustus 2019, pukul 21:20 WIB)

- Idiawati , Nora, Kristina Adelita, dan Mega Sari Juane Sofiana, “Penapisan Aktivitas Amilolitik Dan Antibakteri Dari Bakteri Sedimen Perairan Pulau Lemukutan”, *Jurnal Engggano*, Vol. 4, No. 1(2019).
- Irianto, Koes. *Mikrobiologi: Menguk Dunia Mikroorganisme*. Bandung:Yrama Widya (2006).
- Kafrawi, Zahraeni Kumalawati, Sri Mulyani, “Skrining Isolate *Plant Growth Promoting Rhizobacteri* (PGPR) Dari Pertanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum*) Di Gorontalo”,*Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan Dan Lingkungan*, (2015).
- Marc Schallenberg a dan Amy Armstrong, “Assessment Of Antibiotic Activity In Surface Water Of The Lower Taieri Plain And Impacts On Aquatic Bacteria In Lake Waipori, South Otago, New Zealand”, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 38 (2014).
- Nofiani, Risa. “Urgensi dan mekanisme biosintesis metabolit sekunder mikroba laut”. *Jurnal Natur Indonesia*, Vol. 10 No. 2 (2008).
- Nurhalina, Windarto dan Triseto Gunawan. “Gambaran Mpn Coliform Dan Coli Tinja Pada Air Sumur Bor Di Perumahan Cahaya Borneo Kota Palangka Raya Tahun 2015”. *Jurnal Surya Medika*, Vol. 1 No. 1 ,(2015).
- OA Agwua, “Antibiotic Resistance Among Heterotrophic Bacteria In Lagos Lagoon, Nigeria”, *African Journal Of Aquatic Science*, Vol 38, No. 3,(2014).
- Pelczar, Michael j. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press (2015).
- Riana Ningsih, Dian, Zufahair, dan Dwi Kartika, “Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Serta Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Antibakteri”, *Jurnal Molekul*, Vol. 11, No. 1, (2016).
- Safitri, Ratu dan Sinta Sasika Novel. *Medium Analisis Mikroorganisme (Isolasi dan Kultur)*. Jakarta: Trans Info Media (2010).
- Santosa, Langgeng Wahyu. “Kajian Hidrogeomorfologi Mataair Di Sebagian Lereng Barat Gunung api Lawu”. *Forum Geografi*. Vol. 20, No. 1 (2006).
- Satiyarti, Rina Budi, Teguh Santoso, Suci Wulan Pawhestri, dan Bambang Sri Anggoro. “Makrobentos Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung”. *Majalah Teknologi Agro Industry (Tegi)*. Vol. 9 No. 2 (2017).

Satyati, Wilis Ari, Ahmad Saddam Habibi, Subagiyo, Ali Ridlo, Nirwani S., Rini Pramesti, “Skrining Dan Seleksi Bakteri Symbion Spons Penghasil Enzim Ekstraseluler Sebagai Agen Bioremediasi Bahan Organik Dan Biokontrol Vibriosis Pada Budidaya Udang”, *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 19, No.1(2016).

Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. *Buku Ajar Mikrobiologi Kesehatan*. Jakarta: binarupa aksara (1993).

Subandi. *Mikrobiologi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya (2014).

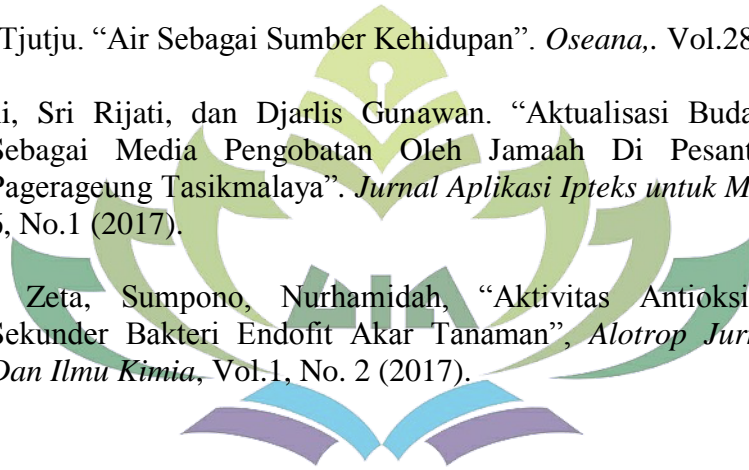
Suriawiria, Unus. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta: papas Sinar Sinanti (2005).

Suroso Adi Yudianto. *Air Dalam Kehidupan*. E-book. (On-Line), (diakses 11 Februari 2019, pukul 20.00 WIB)

Susana, Tjutju. “Air Sebagai Sumber Kehidupan”. *Oseana*,. Vol.28, No. 3 (2003).

Wardiani, Sri Rijati, dan Djarlis Gunawan. “Aktualisasi Budaya Terapi Air Sebagai Media Pengobatan Oleh Jamaah Di Pesantren Suryalaya Pagerageung Tasikmalaya”. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, Vol. 6, No.1 (2017).

Kuntari, Zeta, Sumpono, Nurhamidah, “Aktivitas Antioksidan Metabolit Sekunder Bakteri Endofit Akar Tanaman”, *Alotrop Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, Vol.1, No. 2 (2017).



DOKUMENTASI

A. Preparasi sampel



B. Sterilisasi

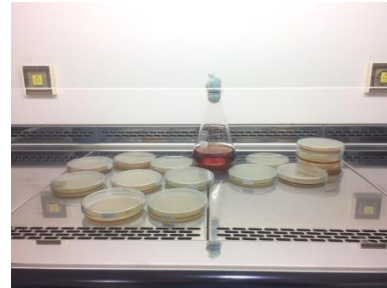




C. Pembuatan media



D. Isolasi bakteri



E. Hasil isolasi bakteri

